

Adhesive composition which can be cured by UV light - used to fix components to hybrid substrates before solder reflow process and can be exposed by radiation through substrate

Patent Number: DE3939628

Publication date: 1991-06-06

Inventor(s): MARKERT HELMUT DIPL CHEM DR (DE); STAPP BERNHARD DIPL CHEM DR (DE); MUHRER VOLKER DIPL ING (DE); SCHOEN LOTHAR DIPL ING (DE)

Applicant(s): SIEMENS AG (DE)

Requested Patent: ☒ DE3939628

Application Number: DE19893939628 19891130

Priority Number (s): DE19893939628 19891130

IPC Classification: C09J5/00 ; C09J133/00 ; C09J163/00 ; H01L21/58 ; H01L23/12 ; H01L23/32 ; H05K3/30 ; H05K7/02 ; H05K13/04

EC Classification: H01L21/58, H05K3/30C2

Equivalents:

Abstract

Using a substrate of alumina or Al-nitride with a thickness of not more than 1.5 mm, preferably less than 1.1 mm, best less than 0.7 mm, active and passive components are glued using a UV cured adhesive. The feature is that the adhesive is applied to the substrate, the components are placed and the adhesive is then cured by irradiation through the substrate.

The UV-radiation preferably has an energy density of at least 50 mW/cm², especially at least 100 mW/cm². The adhesive used is preferably a cationic and/or radical cured resin, preferably including a cationic cured epoxy resin and/or a radical cured acrylate type resin. The adhesive preferably also contains a heat conductive filler and/or a thixotropic agent. Also added may be additives to improve the wetting and/or the adhesion.

USE/ADVANTAGE - The resin can be cured after placement of the components in a way which does not expose the components to harmful influences. The adhesion obtained secures the components before reflow soldering, ensuring improved process yield by the elimination of tombstoning and reduction of solder-bridging. It also gives a reduced sensitivity to handling. The resin is used in the manufacture of hybrid circuits made in thin or thick film processes.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nlegungsschrift
10 DE 39 39 628 A 1

21 Aktenzeichen: P 39 39 628.2
22 Anmeldetag: 30. 11. 89
43 Offenlegungstag: 6. 6. 91

51 Int. Cl.⁸:
H 01 L 21/58
H 01 L 23/32
H 01 L 23/12
H 05 K 13/04
H 05 K 7/02
H 05 K 3/30
C 09 J 5/00
C 09 J 163/00
C 09 J 133/00
// C 08J 3/24,
B32B 18/00,7/12

DE 39 39 628 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

72 Erfinder:
Markert, Helmut, Dipl.-Chem.-Dr., 8500 Nürnberg,
DE; Stapp, Bernhard, Dipl.-Chem. Dr., 8520 Erlangen,
DE; Muhrer, Volker, Dipl.-Ing. (FH), 8510 Fürth, DE;
Schön, Lothar, Dipl.-Ing. (FH), 8524 Neunkirchen, DE

54 Verfahren zur Befestigung von Bauelementen und integrierten Halbleiterschaltungen auf Schichtschaltungen

Eine stabile Befestigung von Bauelementen und integrierten Halbleiterschaltungen auf Schichtschaltungen bereits unmittelbar nach der Bestückung ergibt sich dann, wenn auf Schichtschaltungen mit einem Substrat aus Aluminiumoxid- oder Aluminiumnitridkeramik mit einer Dicke bis zu 1500 µm und/oder auf die zu verklebenden Flächen der Bauelemente bzw. der integrierten Halbleiterschaltungen ein UV-härtbares Klebharz aufgebracht wird, die Schichtschaltungen mit den Bauelementen bzw. integrierten Halbleiterschaltungen bestückt werden und die Rückseite der Substrate mit UV-Licht bestrahlt wird, wobei durch den durch das Substrat hindurchtretenden Anteil des UV-Lichts die Härtung des Klebharzes bewirkt wird.

DE 39 39 628 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Befestigung von Bauelementen und integrierten Halbleiterschaltungen auf Schichtschaltungen mit einem Keramiksubstrat mittels eines Klebharzes.

5 Schichtschaltungen sind miniaturisierte Netzwerke aus Leitbahnen, Widerständen (R) und Kondensatoren (C) in Dickschicht- oder Dünnfilmentechnik. Die Erzeugung der R/C- und Leitungsnetzwerke von Schichtschaltungen erfolgt überwiegend auf Keramiksubstraten. Zur Herstellung von integrierten Schichtschaltungen werden die Schaltungen zusätzlich mit aktiven und passiven Einzelbauelementen, wie Dioden, Transistoren und Kondensatoren, oder integrierten Halbleiterschaltungen (IC) bestückt (siehe dazu: H. Reichl "Hybridintegration", 2. Auflage, Hüthig-Verlag Heidelberg, 1988, Seiten 13 bis 27). Die elektrische Verbindung der Bauelemente mit der Schichtschaltung erfolgt vorwiegend mit Lotpasten im Wiederaufschmelz-Lötverfahren (Reflow-Löten).

Die Praxis bei der Bestückung von oberflächenmontierbaren Bauelementen mit Hilfe von Lotpasten und beim anschließenden Reflowlöten zur elektrischen Verbindung der Bauelemente mit der Schichtschaltung zeigt jedoch, daß verschiedene Fehler auftreten können, die zum elektrischen Ausfall der Schaltung führen (siehe: 15 "Surface Mount Technology", Oktober 1986, Seiten 21 bis 23; ibd., Dezember 1986, Seiten 7 bis 12). So kann zum Beispiel — aufgrund der nur geringen Naßhaftung der Bauelemente auf der Lotpaste — auf dem Transport zur Reflowlötung eine Dezentrierung der Bauelemente eintreten. Außerdem kann während des Reflowlötens ein einseitiges Abheben von Bauelementen zur Unterbrechung der elektrischen Verbindung führen. Dieser als "Tombstoning" bekannte Effekt wird durch ungleich auf die Kontaktflächen der Bauelemente wirkende Oberflächenspannungen der geschmolzenen Lotpasten bewirkt (siehe: "Surface Mount Technology", August 1988, 20 Seiten 23 bis 25). Ferner ist während der zur Lötung erforderlichen Erwärmung der Schichtschaltung ein Zusammenfließen der Lotpaste und die Ausbildung von Lotbrücken unter den Bauelementen nicht immer vermeidbar; besonders räumlich dicht benachbarte Anschlußflächen und ein hoher Lotpastenauftrag begünstigen dabei die Lotbrückenbildung.

25 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art in der Weise auszugestalten, daß die Bauelemente bzw. integrierten Halbleiterschaltungen unmittelbar nach der Bestückung stabil auf der Schichtschaltung befestigt sind. Dies soll im Rahmen eines schnellen Härtingsprozesses erfolgen, der in eine Fertigungslinie integrierbar ist, so daß die Härtung des Klebharzes nicht zum geschwindigkeitsbestimmenden Schritt im Fertigungsdurchlauf wird. Außerdem soll die Härtung bei niedrigen Temperaturen durchgeführt werden können, so daß einerseits kein unerwünschtes Fließen des Klebharzes durch Wärmeeinwirkung eintritt und 30 andererseits eine schädigende thermische Belastung von temperaturempfindlichen Bauelementen und integrierten Halbleiterschaltungen vermieden wird. Ferner sollen die gehärteten Klebharzschichten als elektrisch nichtleitende Sperrschicht zwischen den elektrisch leitenden Lötverbindungen wirken, und die gehärteten Klebharze sollen eine hohe thermische Belastbarkeit besitzen, wenn die Schichtschaltungen, beispielsweise beim Lötprozeß, hohen Temperaturen ausgesetzt werden. Darüber hinaus müssen die Klebharze frei von Bestandteilen sein, die zu einer Korrosion von integrierten Schichtschaltungen führen können.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß auf Schichtschaltungen mit einem Substrat aus Aluminiumoxid- oder Aluminiumnitridkeramik mit einer Dicke bis zu 1500 µm und/oder auf die zu verklebenden Flächen der Bauelemente bzw. der integrierten Halbleiterschaltungen ein UV-härtbares Klebharz aufgebracht wird, daß 40 die Schichtschaltungen mit den Bauelementen bzw. integrierten Halbleiterschaltungen bestückt werden und daß die Rückseite der Substrate mit UV-Licht bestrahlt wird, wobei durch den durch das Substrat hindurchtretenden Anteil des UV-Lichts die Härtung des Klebharzes bewirkt wird.

Es ist zwar an sich bekannt, daß Gegenstände mit einem durch Strahlung härtbaren Harz, das als Schicht zwischen zwei Oberflächen der Gegenstände eingebracht wird, miteinander verklebt werden können, wenn 45 zumindest einer der Gegenstände für aktinische Strahlung durchlässig ist, d. h. beispielsweise aus Glas besteht (siehe dazu: EP-PS 01 45 653). Es war jedoch völlig überraschend und konnte nicht vorhergesehen werden, daß der bei Schichtschaltungen mit einem Substrat aus Aluminiumoxid- oder Aluminiumnitridkeramik, selbst bei einer Dicke des Substrats bis zu 1500 µm, durch das Substrat hindurchtretende geringe Anteil an UV-Strahlung in der Lage ist, eine vollständige Härtung von Klebharzschichten zu bewirken. So wurde beispielsweise festgestellt, daß bei einer 0,635 mm dicken Aluminiumoxidkeramik die UV-Transmission nur ca. 4% beträgt und bei 50 einer 1,016 mm dicken Keramik nur noch ca. 0,6%.

Aus der DE-OS 26 02 574 sind photopolymerisierbare Zusammensetzungen bekannt, die unter anderem als Kleber für solche Anwendungszwecke brauchbar sind, bei denen sie in situ bestrahlt werden können, beispielsweise bei der Bildung von Schichtkörpern oder Laminaten, wo eine Lage oder Schicht oder beide strahlungsdurchlässig sind, wie dies bei Glasschichten oder einigen Kunststoffschichten der Fall ist. Dies bedeutet aber, wie 55 in der DE-OS 36 43 400 ausgeführt ist, nichts anderes, als daß die beschriebenen Zusammensetzungen nur solche Substrate vollständig zu verkleben vermögen, von denen mindestens eines die für die Initiierung und Weiterführung der Polymerisationsreaktion erforderliche Strahlung durchläßt. Für die erforderliche Strahlung nicht durchlässige Substrate können mit den beschriebenen Zusammensetzungen somit nicht verklebt werden.

60 Dementsprechend wird in der DE-OS 36 43 400 — und auch in der DE-OS 36 43 399 — zum Verkleben von nicht-transparenten Substraten bzw. Flächen ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem spezielle Klebemischungen auf wenigstens eine der zu verklebenden (Substrat-)Flächen aufgebracht werden und durch Bestrahlung mit elektromagnetischer Strahlung (für eine begrenzte Zeit) die Polymerisation der Klebemischung eingeleitet wird. Die zu verklebenden und mit Klebemischung beschichteten Flächen fügt man dann zusammen und läßt die verklebende Polymermischung aushärten, d. h. man läßt den initiierten Härtungsvorgang weiterlaufen, bis eine 65 feste Bindung entstanden ist. Ein entsprechendes Verfahren ist auch bereits aus der US-PS 42 19 377 zum Verkleben von opaken und wärmeempfindlichen Substraten bekannt.

Eine weitere Möglichkeit zum Verkleben von zwei wahlweise aus Metall, Glas, Keramik oder Holz bestehen-

den Oberflächen ist aus der DE-PS 28 03 881 bekannt. Hierbei wird eine Schicht einer flüssigen Masse — in Abwesenheit einer Substanz, die zu einem erheblichen Grad lichtinduzierter Polymerisation führt, — mit aktinischer Strahlung belichtet, bis sich die Masse durch Photopolymerisation einer darin enthaltenen photopolymerisierbaren Verbindung zu einer weitgehend festen, durchlaufenden Folie verfestigt. Diese Folie wird dann zwischen die beiden Oberflächen und in Berührung damit eingelegt und dann wird erhitzt, um ein in der Masse enthaltenes, im wesentlichen im heißhärtenden Zustand verbliebenes Epoxidharz zu härten.

Bekannt ist auch die Befestigung von oberflächenmontierbaren Bauelementen mit UV-härtbaren Klebharzen. So wird beispielsweise beschrieben, oberflächenmontierbare Bauelemente auf einen oder zwei Klebharztröpfchen zu plazieren und diese durch UV-Bestrahlung zu härten (siehe dazu: "Fachtagung Polymerwerkstoffe für die Elektronik", Würzburg 1987, Tagungsbericht, Seiten 283 bis 297; "Radcure Europe", München 1987, Tagungsbericht, Seiten 7 — 5 bis 7 — 14; "Surface Mount Technology", Oktober 1986, Seiten 11 bis 14). Dabei werden jedoch nur die der UV-Bestrahlung auf der Oberfläche des Substrats zugänglichen Klebharzonen an den Rändern der Bauelemente gehärtet. Ein großer Nachteil dieses Verfahrens besteht somit darin, daß die lichtabgeschatteten Klebharzonen unter den Bauelementen bei der UV-Bestrahlung nicht erfaßt und nicht gehärtet werden. Die Befestigung der Bauelemente ist deshalb auf die Verklebung an den Randzonen beschränkt. Die daraus resultierende geringe Haftfestigkeit der Bauelemente kann zwar durch thermische Härtung der vom UV-Licht nicht erfaßten Klebharzonen verbessert werden, wenn Hybridharze verwendet werden, die sowohl der UV-Härtung als auch der thermischen Härtung zugänglich sind. Ein solcher zusätzlicher thermischer Härtungsprozeß ist jedoch zeitaufwendig und wenig fertigungsfreundlich, da sich ein derartiger Härtungsprozeß in einen rationalen Fertigungsdurchlauf nur schwer integrieren läßt.

Dies gilt im Prinzip auch bei einem lichttechnischen Klebverfahren für die sogenannte SMT ("Surface Mount Technology") bei der Leiterplattenfertigung (siehe: "Adhäsion", Jahrg. 1989, Heft 4, Seiten 20 bis 25). Hierbei wird der auf die Leiterplatte aufzutragende Klebstoff zunächst aktiviert, und zwar durch Bestrahlung mit Strahlung einer Wellenlänge über 400 nm. Nach der Bestrahlung wird die Leiterplatte mit den Bauteilen bestückt, und dann wird der Klebstoff ausgehärtet. Die Aushärtung erfolgt dabei mittels IR-Strahlung, d. h. thermisch.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird eine vollständige Härtung der Klebharze und damit eine gut haftende Befestigung der Bauelemente bzw. integrierten Halbleiterschaltungen auf den Schichtschaltungen allein durch UV-Bestrahlung erreicht. Dieses Verfahren eignet sich in hervorragender Weise in Kombination mit dem Reflow-Lötverfahren zur elektrischen Kontaktierung der Bauelemente.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Befestigung von Bauelementen und integrierten Halbleiterschaltungen auf Schichtschaltungen mittels UV-härtbarer Klebharze eignet sich aber auch dann gut, wenn zur elektrischen Verbindung der Bauelemente mit der Schichtschaltung — anstelle der Reflow-Löttechnik — kalt- oder wärmehärtbare elektrisch leitfähige Klebharze verwendet werden (siehe dazu beispielsweise: "Markt & Technik", Sonderheft SMD-Technik (1985), Seiten 50 und 51). Dieses Verfahren der Verklebung mit UV-härtbaren Harzen eignet sich ferner sehr gut zur Befestigung von Bauelementen, deren elektrische Verbindung mit der Schichtschaltung durch Drahtbonden erfolgt. Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch zur Befestigung von ungehäuteten integrierten Halbleiterschaltungen auf Schichtschaltungen (chip and wire-Technik) eingesetzt werden. Von besonderem Vorteil ist dabei, daß auch gegen UV-Strahlung empfindliche integrierte Halbleiterschaltungen ohne besondere Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung von UV-Strahlen auf der Schichtschaltung befestigt werden können, da bei der Verklebung eine Strahlenbelastung des Halbleiters vermieden wird.

Die beim erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Schichtschaltungen weisen Keramiksubstrate mit einer Dicke bis zu 1500 µm auf. Vorteilhaft beträgt die Dicke der Keramiksubstrate weniger als 1100 µm, und vorzugsweise liegt sie unterhalb von 700 µm.

Als Bestrahlungsquellen können beim erfindungsgemäßen Verfahren prinzipiell alle üblichen UV-Quellen eingesetzt werden, wie Xenonstrahler, Wolframstrahler, Quecksilberniederdruck-, -mitteldruck- und -hochdruckstrahler, Metallhalogenidstrahler und Laser verschiedenster Art. Die UV-Emission der Strahler kann kontinuierlich oder gepulst erfolgen.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren beträgt die auf das Keramiksubstrat auftreffende UV-Leistungsdichte vorteilhaft mindestens 50 mW/cm², vorzugsweise jedoch mindestens 100 mW/cm². Derartige Leistungsdichten können mit Strahlern der genannten Art bei kontinuierlicher Emission problemlos erreicht werden. Dabei kann es zweckmäßig sein, die Strahler in Verbindung mit fokussierenden optischen Komponenten, wie Reflektoren und Linsen, zu betreiben sowie die Strahlung mit Hilfe von lichtleitenden Medien an den Ort der Bestrahlung zu führen.

Beim Verfahren nach der Erfindung wird das Klebharz vorteilhaft radikalisch und/oder kationisch gehärtet. Aufgrund der geringen, durch das Keramiksubstrat hindurchgehenden UV-Intensität muß das Klebharz dabei hochreaktiv eingestellt sein.

Geeignete UV-härtbare Klebharze sind insbesondere kationisch härtbare Epoxidharzmischungen auf Basis von Diglycidylethern, wie Bisphenol A-Epoxidharze, Bisphenol F-Epoxidharze, Phenolnovolak-Epoxidharze, Kresolnovolak-Epoxidharze und ringepoxidierte cycloaliphatische Epoxidharze, in Verbindung mit Photoinitiatoren auf Basis von Triarylsulfoniumsalzen, die Hexafluorophosphat und/oder Hexafluorantimonat als Anion enthalten. Zur Erhöhung der Härtungsgeschwindigkeit und zur Verbesserung der mechanischen Formstoffeigenschaften können diese Epoxidharzmischungen zusammen mit Vinylthern, wie Tripropylenlygkoldivinylether, und/oder Hydroxyl- bzw. Polyhydroxylverbindungen, wie Polyoxalkylenpolyolen, Polyalkylenpolyolen und cycloaliphatischen Hydroxylverbindungen, sowie mit Mischungen dieser Verbindungen eingesetzt werden.

Zur radikalischen UV-Härtung eignen sich Harzmischungen auf Basis von niedermolekularen oder höhermolekularen Verbindungen mit einer oder mehreren Doppelbindungen, wie sie beispielsweise bei (meth)acrylat-funktionellen Harzen vorliegen. Geeignete Harze sind hierbei (meth)acrylierte Epoxidharze, (meth)acrylierte Polyether, (meth)acrylierte Polyurethane, (meth)acrylierte Polyester und (meth)acrylierte Polysiloxane sowie die

(Meth)acrylsäureester mehrfach funktioneller Alkohole, wie Bisphenol A und Trishydroxyethylisocyanurat. Die photoreaktive Einstellung dieser Harze erfolgt durch Zusatz von Photoinitiatoren. Geeignete Photoinitiatoren sind intramolekular Radikale bildende Initiatoren, wie Benzoinderivate, Benzil- und Acetophenonderivate sowie Benzoylphosphinoxide, und durch intermolekulare H-Abstraktion Radikale bildende Initiatoren, wie Benzophenone und Thioxanthone in Verbindung mit Cointiatoren und/oder Sensibilisatoren. Derartige Photoinitiatoren sowie ihre Kombination mit geeigneten Sensibilisatoren sind dem Fachmann hinlänglich bekannt. Zur Erhöhung der Härtungsgeschwindigkeit und zur Erniedrigung der Viskosität der UV-härtbaren Klebharze können noch mono- und polyfunktionelle reaktive Verdüner eingesetzt werden; geeignete reaktive Verdüner sind dem Fachmann ebenfalls bekannt.

Besonders wichtig ist beim erfindungsgemäßen Verfahren, daß die UV-härtbaren Klebharze keine Bestandteile enthalten, die Korrosion auslösen oder einen Korrosionsprozeß unterstützen. Deshalb muß beispielsweise der Gehalt an Chlorid im UV-härtbaren Klebharz unterhalb von 10 µg/g (ppm) liegen. Da die Schichtschaltungen auch mit nicht-gehäuteten integrierten Halbleiterschaltungen bestückt werden können, darf außerdem der Gehalt an ionogenen Verunreinigungen im Klebharz die Grenzwerte von jeweils 5 µg/g für Na⁺, K⁺ und NH₄⁺ nicht überschreiten.

Die steigende Bestückungsdichte von Schichtschaltungen mit Bauelementen und die damit verbundene zunehmende Wärmeentwicklung erfordert oft die Verwendung wärmeleitender Klebharze. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird deshalb die Wärmeleitfähigkeit der UV-härtbaren Klebharze vorteilhaft durch den Einsatz von Füllstoffen erhöht. Geeignete Füllstoffe sind — aufgrund ihrer Wärmeleitfähigkeit — Aluminiumoxid, Quarzmehl und Bornitrid. Der Zusatz von Füllstoffen kann auch zur Reduzierung der Wärmeausdehnung der gehärteten Klebharze zweckmäßig sein.

Ferner können die UV-härtbaren Klebharze vorteilhaft Additive enthalten, die die Haftung bzw. die Benetzung fördern. Geeignete Additive sind beispielsweise Fluorkohlenwasserstofftenside, Silicon-Alkylenoxid-Copolymere und Acrylpolymer. Der Haftung kann beispielsweise der Zusatz von epoxy-(meth)acryloxy- bzw. mercaptofunktionellen Trialkoxysilanen zuträglich sein.

Für die Verarbeitung der UV-härtbaren Klebharze im Siebdruck- oder Dispenserverfahren müssen die Harze ein bestimmtes, meist thixotropes, rheologisches Verhalten besitzen. Die vom Anwendungsfall bestimmten rheologischen Eigenschaften können durch Thixotropiermittel, wie feindisperse anorganische Füllstoffe, beispielsweise pyrogene Kieselsäuren, Polyacrylate und Polyoxy-alkylenether, erreicht werden.

Fertigungsgerechte Auftragstechniken für die UV-härtbaren Klebharze sind der Siebdruck, das Dispenserverfahren und die Stempeltechnik. Die Siebdrucktechnik ist insbesondere für den Klebharzauftrag in der Massenfertigung geeignet, weil dabei alle Klebestellen eines Substrats gleichzeitig beschichtet werden. Je nach Partikelgröße des Klebharzes und der geforderten Auftragsstärke können dazu beispielsweise Nylon- oder Stahlsiebe mit 180 bis 325 mesh eingesetzt werden.

Beim Dispenserverfahren, d. h. mit Hilfe von Spritzen, deren Auslaßöffnung eine Dosiernadel bildet, kann das Klebharz von Hand oder automatisch dosiert werden. Die Klebharzmenge kann beispielsweise über die Regelung von Druck und Zeit gesteuert werden. Der Auftrag des Klebharzes in Stempeltechnik erfolgt durch Eintauchen eines Metallstempels, dessen Fläche ca. 20% kleiner als die spätere Klebfläche ist, in eine dünne Klebharzschicht. Das beim Herausziehen am Stempel haftende Klebharz wird dann durch Aufdrücken des Stempels auf das Substrat transferiert.

Anhand von Ausführungsbeispielen soll das erfindungsgemäße Verfahren noch näher erläutert werden. Die Zusammensetzung der in den Beispielen eingesetzten Klebharze und die Klebharzkomponenten sind in Tabelle 1 bzw. 2 aufgeführt.

Tabelle 1

Zusammensetzung der Klebharze (in Masseteilen)

	Komponente	Klebharz				
		A	B	C	D	E
50	EP 1	—	—	40	20	40
	EP 2	—	—	40	20	40
	OH 1	—	—	20	10	20
55	AC 1	40	20	—	—	—
	AC 2	40	20	—	—	—
	AC 3	20	10	—	—	—
60	IN 1	—	—	—	1,5	3
	IN 2	—	—	3	—	—
	IN 3	2	1	—	—	—
65	IN 4	1	0,5	—	—	—
	AD 1	—	—	0,5	0,25	0,5
	AD 2	0,5	0,25	—	—	—
70	AD 3	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5
	FS 1	—	50	—	50	—
	FS 2	3	1,5	5	2,5	5

Tabelle 2

Klebstoffkomponenten

Epoxidharze	Kurzbezeichnung	Handelsname (Hersteller)	Epoxidwert mol/100 g	Viskosität mPa · s	5
Bisphenol A-Epoxidharz	EP 1	Lekutherm® X 18 P (Bayer)	0,59	4000–6000 (25°C)	10
Ringepoxidiertes cycloaliphatisches Epoxidharz	EP 2	Degacure® K 126 (Degussa)	0,71	300–400 (25°C)*	15
Polyole	Kurzbezeichnung	Handelsname (Hersteller)	OH-Zahl mg KOH/g	Viskosität mPa · s	20
Polyetherol mit Alkylseitengruppen (Funktionalität: 3)	OH 1	Tegomer® H-3503 (Goldschmidt)	170 ± 15*	300–500 (25°C)*	25
Acrylate	Kurzbezeichnung	Handelsname (Hersteller)	Acrylat-Gehalt mol/100 g	Viskosität mPa · s	30
Fettsäuremodifiziertes Acrylat auf Basis von Bisphenol A	AC 1	Novacure® 3702 (Interez)	0,40	2300 (65°C)*	35
Triacrylat von Trihydroxyethylisocyanurat	AC 2	Sartomer® 368 (Sartomer Intern.)	0,65	2000 (40°C)	40
Hexandiolacrylat	AC 3	HDDA (Degussa)	0,83	8 (25°C)*	45
*) Herstellerangabe					
Initiatoren	Kurzbezeichnung	Handelsname (Hersteller)			
Mischung von Arylsulfoniumhexafluorphosphaten (33%ige Lösung in Propylencarbonat)	IN 1	Degacure® KI 85 (Degussa)			
Mischung von Arylsulfoniumhexafluorantimonaten (33%ige Lösung in Propylencarbonat)	IN 2	Degacure® KI-Antimonat (Degussa)			
1-Phenyl-2-hydroxy-2-methylpropan	IN 3	Darocur® 1173 (Merck)			
Benzildimethylketal	IN 4	Irgacure® 651 (Ciba-Geigy)			
Additive	Kurzbezeichnung	Handelsname (Hersteller)			
3-Glycidioxypropyl-trimethoxysilan	AD 1	—			
Methacrylsäure-2-trimethoxysilylpropylester	AD 2	—			
Fluorkohlenwasserstoffmodifiziertes Polyacrylat	AD 3	EFKA-LP 9772 (EFKA Chemicals B.V.)			
Füllstoffe	Kurzbezeichnung	Handelsname (Hersteller)			
Aluminiumoxid	FS 1	CTB 8 SG (Alcoa Chemie)			
Pyrogene Kieselsäure	FS 2	Aerosil® 300 (Degussa)			

Beispiele 1 und 2

Die Komponenten der Klebstoffe A und B werden jeweils bei Raumtemperatur in einen Mischbehälter

eingeführt, anschließend werden die Klebharzmischungen A und B unter Rühren und vermindertem Druck (0,5 h; 60°C; <1 mbar) homogenisiert und entgast. Danach werden die Klebharze nach dem "spin coating"-Verfahren in einer Schichtdicke von 100 µm auf die Oberseite von 0,635 mm dicken Al₂O₃-Keramiksubstraten (Rubalit® 708; Hoechst Ceramtec) aufgebracht; die Keramiksubstrate wurden vor der Verwendung mit Aceton gereinigt. Zur Härtung der Klebharze wird die Unterseite der Keramiksubstrate jeweils 5 s mit UV-Licht bestrahlt; die UV-A-Leistungsdichte beträgt dabei ca. 190 mW/cm². Dazu dient ein Bluepoint-Strahler UV-P 200 (Panacol-Elosol) mit 200 W-Hg-Hochdruckstrahler, Quarzkondensator und UV-durchlässigem Flüssiglichtleiter; Streulicht wird durch Aufsetzen eines lichtundurchlässigen Kunststoffgehäuses auf die mit Klebharz versehene Keramikoberseite ausgeschlossen. Die in Tabelle 3 angeführten Ergebnisse zeigen, daß eine Bestrahlungszeit von 5 s für die vollständige Härtung der Klebharze ausreichend ist.

Beispiele 3 und 4

Verwendet werden die Klebharze C und D; Klebharzaufbereitung, Harzapplikation und UV-Bestrahlung erfolgen entsprechend den Beispielen 1 und 2. Die Beurteilung der gehärteten Schichten wird nach einer Lagerung von 24 h bei Raumtemperatur und 50% relativer Feuchte durchgeführt. Die Ergebnisse sind Tabelle 3 zu entnehmen. Bei Klebharz C (Beispiel 3) ist die 100 µm-Schicht nach 5 s gehärtet, bei Klebharz D (Beispiel 4) sind dazu 30 s erforderlich.

Tabelle 3

Beispiel	Klebharz	Bestrahlungszeit in s	10	30
		5		
		Löslichkeit in Aceton		
1	A	unlöslich	—	—
2	B	unlöslich	—	—
3	C	unlöslich	—	—
4	D	teilweise löslich	gering löslich	unlöslich

Beispiel 5

Verwendet wird das Klebharz E; die Klebharzaufbereitung erfolgt entsprechend den Beispielen 1 und 2. Auf mit Aceton gereinigte Al₂O₃-Keramiksubstrate (Rubalit® 708; Hoechst Ceramtec) wird jeweils ein Tropfen Klebharz im Dispenserverfahren aufgebracht (dosierte Menge: ca. 0,75 mg); die Steuerung der Klebharzmenge erfolgt dabei über die Regelung von Druck und Zeit. Ein mit Aceton gereinigter Keramik-Vielschichtkondensator (Baugröße: 4,5 mm × 3 mm; Kapazität: 560 nF) wird dann jeweils mittig auf den Klebharzpunkt gesetzt, und die Rückseite der Keramiksubstrate wird, wie in den Beispielen 1 und 2 beschrieben, 30 s mit UV-Licht bestrahlt. Die Haftfestigkeit der Kondensatoren auf den Keramiksubstraten wird nach einer Lagerung von 24 h bei Raumtemperatur und 50% relativer Feuchte folgendermaßen geprüft: Ein Schermeißel wird, im rechten Winkel zum Keramiksubstrat, an einer Seite des Kondensators angesetzt, dann wird die Scherkraft soweit erhöht, bis die Klebeverbindung zerstört wird. Die Maximalwerte der Scherkraft sind in Tabelle 4 zusammengestellt; sie betragen im Mittel 249 N.

Tabelle 4

	Beispiel 5	6 (Vergleich)	7	8
	Klebeharz E	E	E	C
gemessene	207	20	41	159
Scherkraft	240	30	58	192
in N	249	18	35	150
	270	27	35	204
	280	15	36	177
Mittelwert	249	22	41	176

Beispiele 6 und 7 (Vergleichsbeispiele)

Verwendet wird das Klebharz E; die Klebharzaufbereitung erfolgt entsprechend den Beispielen 1 und 2. Auf mit Aceton gereinigte Al₂O₃-Keramiksubstrate werden, wie in der Technik üblich, ein (Beispiel 6) bzw. zwei Tropfen (Beispiel 7) Klebharz im Dispenserverfahren aufgebracht, dann wird jeweils ein gereinigter Keramik-Vielschichtkondensator (siehe Beispiel 5) aufgesetzt. Die der UV-Bestrahlung zugänglichen Klebharzonen an den Rändern der Kondensatoren werden mit dem in den Beispielen 1 und 2 beschriebenen Bluepoint-Strahler

bestrahlt; dazu befindet sich der Flüssiglichtleiter 10 mm über der Keramikoberseite. Die Bestrahlungszeit beträgt jeweils 30 s bei einer UV-A-Leistungsdichte von ca. 120 mW/cm². Die Haftfestigkeit der Kondensatoren auf den Keramiksubstraten wird nach einer Lagerung von 24 h bei Raumtemperatur und 50% relativer Feuchte entsprechend Beispiel 5 geprüft. Die Maximalwerte der Scherkraft sind in Tabelle 4 zusammengestellt; sie betragen im Mittel 22 N bei Beispiel 6 und 41 N bei Beispiel 7. Demgegenüber wird nach Härtung des Klebharzes durch Bestrahlung der Rückseite des Keramiksubstrats (Beispiel 5) eine Scherkraft von 249 N ermittelt. Hieraus ergibt sich, daß das erfindungsgemäße Verfahren zur Befestigung von Bauelementen auf Keramiksubstraten zu einer deutlichen Erhöhung der Haftfestigkeit gegenüber dem in der Technik üblichen Verfahren führt.

Beispiel 8

Verwendet wird das Klebharz C; die Klebharzaufbereitung erfolgt entsprechend den Beispielen 1 und 2. Als Substrat dient eine einseitig mit einer 15 µm dicken Schicht Glaspasivierung DP 5137 (DuPont) versehene Al₂O₃-Keramik entsprechend den Beispielen 1 und 2. Ein Tropfen Klebharz wird im Dispenserverfahren auf die mit Aceton gereinigte Glaspasivierung aufgebracht. Bauelementbestückung, UV-Bestrahlung, Lagerung und Prüfung der Haftfestigkeit erfolgen entsprechend Beispiel 5. Die Maximalwerte der Scherkraft sind in Tabelle 4 zusammengestellt; sie betragen im Mittel 176 N.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Befestigung von Bauelementen und integrierten Halbleiterschaltungen auf Schichtschaltungen mit einem Keramiksubstrat mittels eines Klebharzes, dadurch gekennzeichnet, daß auf Schichtschaltungen mit einem Substrat aus Aluminiumoxid- oder Aluminiumnitridkeramik mit einer Dicke bis zu 1500 µm und/oder auf die zu verklebenden Flächen der Bauelemente bzw. der integrierten Halbleiterschaltungen ein UV-härtbares Klebharz aufgebracht wird, daß die Schichtschaltungen mit den Bauelementen bzw. integrierten Halbleiterschaltungen bestückt werden und daß die Rückseite der Substrate mit UV-Licht bestrahlt wird, wobei durch den durch das Substrat hindurchtretenden Anteil des UV-Lichts die Härtung des Klebharzes bewirkt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Substrat mit einer Dicke < 1100 µm, vorzugsweise mit einer Dicke < 700 µm, eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß UV-Licht mit einer UV-Leistungsdichte ≥ 50 mW/cm², vorzugsweise mit einer UV-Leistungsdichte ≥ 100 mW/cm², verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Klebharz radikalisch und/oder kationisch gehärtet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein kationisch härtbares Epoxidharz verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein radikalisch härtbares (meth)acrylatfunktionelles Harz verwendet wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Klebharz ein wärmeleitender Füllstoff zugesetzt wird.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem Klebharz ein Thixotropiermittel zugesetzt wird.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem Klebharz ein die Benetzung und/oder die Haftung verbesserndes Additiv zugesetzt wird.

— Leerseite —